

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-052002

(43)Date of publication of application : 14.03.1986

(51)Int.Cl.

H01P 1/161  
H01P 5/12

(21)Application number : 59-174541

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 20.08.1984

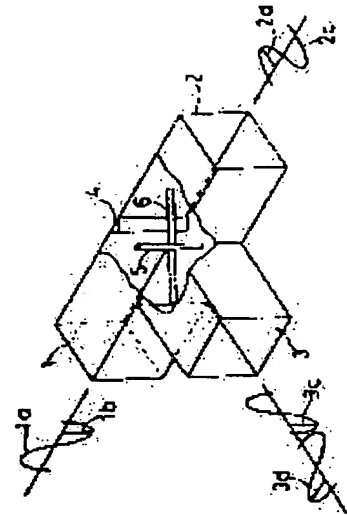
(72)Inventor : MURAKAMI MUNEO

## (54) MICROWAVE FEEDING CIRCUIT

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To attain optionally the synthesis and reproduction of both electromagnetic waves at an output terminal by inputting both the input waves while their electric field faces are made orthogonal.

**CONSTITUTION:** The two incident electromagnetic waves are made incident while their electric field faces are made orthogonal. When both the frequency and phase of the electromagnetic waves are different, the electromagnetic wave 1a is reflected by a corner post 5 provided in parallel with an electric field vector 3c and outputted as the electromagnetic wave having an electric field vector 3c. Similarly, as to the electromagnetic wave 2c, it is outputted as the electromagnetic wave having an electric field vector 3d through the action of a corner post 6. On the other hand, when the electromagnetic waves 1a, 2c having the same frequency and phase are inputted to input terminals 1, 2, they are subject to vector synthesis and the result is outputted from the output terminal 3.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

Best Available Copy

3

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-52002

⑬ Int.Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和61年(1986)3月14日

H 01 P 1/161  
5/12

7741-5J  
7741-5J

審査請求 未請求 発明の数 2 (全4頁)

⑮ 発明の名称 マイクロ波給電回路

⑯ 特 願 昭59-174541

⑰ 出 願 昭59(1984)8月20日

⑱ 発 明 者 村 上 宗 雄 尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社通信機製作所内

⑲ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 大岩 増雄 外2名

# 明 細 書

## 1. 発明の名称

マイクロ波給電回路

## 2. 特許請求の範囲

(1) 2つの入力端子と1つの出力端子とを有するT字形のマイクロ波給電回路において、上記各入力端子に入射される電界面が相互に直交する2つの電磁波に対してのみこれを有効に反射し上記出力端子に出力する反射素子をその内部に備えたことを特徴とするマイクロ波給電回路。

(2) 2つの入力端子と1つの出力端子とを有するT字形のマイクロ波給電回路において、上記一方の入力端子は縦方向の電界のみを通過させ横方向の電界はカットオフさせる寸法を有する導波管からなり、上記他方の入力端子は横方向の電界のみを通過させ縦方向の電界はカットオフさせる寸法を有する導波管からなることを特徴とするマイクロ波給電回路。

## 3. 発明の詳細な説明

(発明の技術分野)

この発明は、マイクロ波分野において、使用されるデバイス(回路部品)に関し、特に2通りの電磁波を単一給電線にて給電できるようにしたマイクロ波給電回路に関するものである。

(従来技術)

従来、この種のデバイスとして、例えば第1図に示すT字形の電力合成器があった。

図において、1は入力端子、1aは入力端子1に入力される電磁波、1bは電磁波1aの電界ベクトル、2は入力端子、2aはこれに入力される電磁波、2bは電磁波2aの電界ベクトル、3は出力端子、3aは出力端子3より出力される電磁波、3bは電磁波3の電界ベクトル、4は整合素子である。

次に動作について説明する。

入力端子1、入力端子2から入力された電磁波1a、2aは入力端子1、2内部を伝搬し、整合素子4の近傍に達する。この時、電磁波1a、2aの電界ベクトル1b、2bは相互にベクトルの向きが同一であるためベクトル合成されて、3b

の如き電界ベクトルを持つ電磁波 3 a となり出力端子 3 に出力される。すなわち電磁波 1 a と 2 a とが同一周波数であり、かつ 2 波の合成点で常に同位相であれば、出力電磁波レベルは両者のスカラー和となり、本デバイスは電力合成器として機能する。

従来のマイクロ波給電回路は以上のように構成されているので、入力端子 1, 2 に入射される 2 つの電磁波の電力合成作用しかなく、本電力合成器通過後に、電磁波 1 a あるいは / 及び電磁波 2 a を再生することができないという欠点があった。(発明の概要)

この発明は、上記のような従来のものの欠点を除去するためになされたもので、相互に電界面が直交する電磁波のみをその 2 つの入力端子から入射できるように構成することにより、2 つの入射電磁波の再生及び合成ができるマイクロ波給電回路を提供するものである。

(発明の実施例)

以下、この発明の実施例を図について説明する。

2 d は周波数、位相が異なるため、ベクトル合成されることなく、それぞれ別々に出力される。即ち、電磁波 1 a については電界ベクトル 1 b と平行に設けられたコーナーポスト 5 により反射され、出力端子 3 に電界ベクトル 3 c をもつ電磁波として出力される。同様に電磁波 2 c についてもコーナーポスト 6 の作用により電界ベクトル 3 d をもつ電磁波として出力される。

一方、同一周波数、同一位相の電磁波 1 a, 2 c が入力端子 1, 2 に入力された場合には、これらはベクトル合成されて出力端子 3 より出力される。

このように、本実施例では 2 つの電磁波を直交させて入力させ、これらをコーナーポストでそれぞれ反射させて出力するようにしたので、入力電磁波の周波数、位相が異なってもこれらを通過させることができ、単一の給電回路によりパルスと連続波等の異なる 2 波を通過させることができる効果がある。

なお、上記実施例では、入出力端子とも、方形

第 2 図は本件出願の第 1 の発明の一実施例によるマイクロ波給電回路を示し、図において、1 は入力端子、1 a は入力端子 1 に入力される電磁波、1 b は電磁波 1 a の電界ベクトル、2 は入力端子、2 c は入力端子 2 に入力される電磁波、2 d は電磁波 2 c の電界ベクトルであり、上記電磁波 2 c と上記電磁波 1 a とはその電界面が直交している。また 3 c は電磁波 1 a による出力電界ベクトル、3 d は電磁波 2 c による出力電界ベクトル、5, 6 は本給電回路内に設けられ、それぞれ電磁波 1 a, 2 c に対してのみこれを有効に反射し出力端子 3 に出力するコーナーポストである。

次に動作について説明する。本実施例装置では、2 つの入射電磁波はその電界面が相互に直交して入射されるものである。今、周波数及び位相が異なる電磁波 1 a, 2 c が入力されるものとする。入力端子 1, 入力端子 2 から入力された電磁波 1 a, 2 c は入力端子 1, 2 内部を伝搬し、入力端子 1, 2 の中間地点に達する。

この時、電磁波 1 a, 2 c の電界ベクトル 1 b,

導波管を設けたものを示したが、矩形導波管、円形導波管あるいはリッジ形の導波管を用いても良い。

また 2 つの入射電磁波を反射させるための素子としてポストを設けたものを示したが、アイリスあるいは導波管によるカットオフ等、直交電磁波以外の電磁波に対しては出力端子への反射効果が著しく損なわれるものであれば、上記実施例と同様の効果を奏する。

このように導波管によるカットオフを用いた本件出願の第 2 の発明の一実施例によるマイクロ波給電回路を第 3 図に示す。本実施例において、入力端子 1 はその幅寸法が徐々に増大する導波管からなり、その入射口の寸法は縦方向の電界ベクトルに対してはこれを通過させ横方向の電界ベクトルに対してはこれをカットオフさせる寸法となっている。また入力端子 2 はその高さ寸法が徐々に増大する導波管からなり、その入射口の寸法は縦方向の電界ベクトルに対してはこれを通過させ横方向の電界ベクトルに対してはこれを通過

させる寸法となっている。

本実施例のように、導波管によるカットオフを用いれば上記コーナーポストのような特別な反射素子は不要である。

(発明の効果)

以上のように、この発明に係るマイクロ波給電回路によれば、2つの電磁波を電界面を互いに直交させて入力できるように構成したので、出力端での両入力波の合成及び再生を任意にでき、合成器としてのみならず、単一給電線にて2波をそのまま給電できるという効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

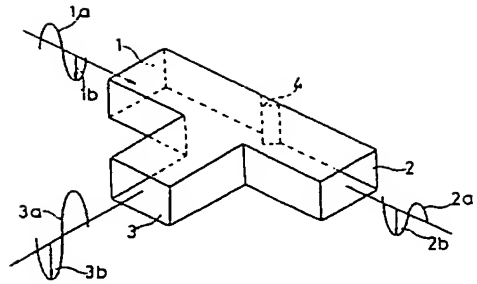
第1図は従来のマイクロ波給電回路を示す斜視図、第2図、第3図は本件出願の第1、第2の発明の一実施例によるマイクロ波給電回路を示す斜視図である。

1、2…入力端子、3…出力端子、5、6…コーナーポスト（反射素子）。

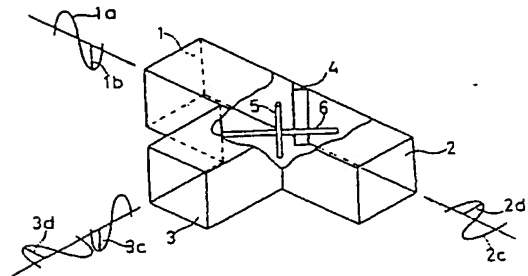
なお図中同一符号は同一又は相当部分を示す。

代理人 大 岩 増 雄

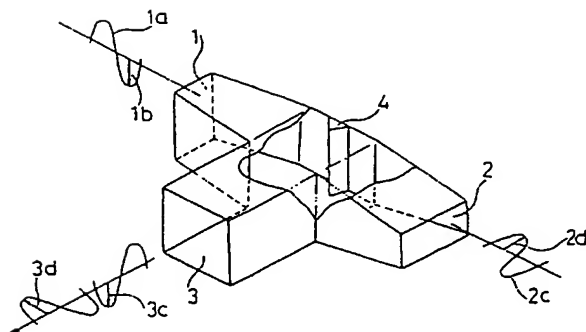
第1図



第2図



第3図



手 続 補 正 書 (自発)

59 12 29  
昭和 年 月



特許庁長官殿

1. 事件の表示 特願昭 59-174541号

2. 発明の名称

マイクロ波給電回路

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人  
住 所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号  
名 称 (601)三菱電機株式会社  
代表者 片 山 仁 八 郎

4. 代 理 人

住 所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号  
三菱電機株式会社内  
氏 名 (7375)弁理士 大 岩 増 雄  
(登録先 03(213)2421特許部)



5. 補正の対象

明細書の発明の詳細な説明の図、及び図面（第3図）

6. 補正の内容

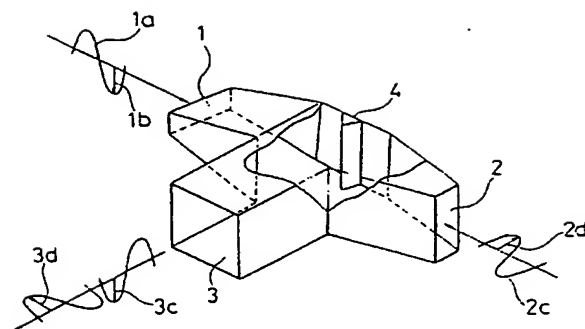
(1) 明細書第6頁第13行の「幅寸法」を「高さ寸法」に訂正する。

(2) 同第6頁第17行の「高さ寸法」を「幅寸法」に訂正する。

(3) 第3図を別紙の通り訂正する。

以 上

第 3 図



## ADVANCED COMPUTER DESIGN FOR A HIGH PERFORMANCE COMPACT ORTHO-MODE TRANSDUCER

G. Bertin, B. Piovano, A. Verdolini, G. Zarba  
CSELT - Via G. Reiss Romoli, 274 - 10148 Torino - Italy

M. Sauvan  
Aerospatiale - Cannes-la-Bocca Cedex - France

M. Mongiardo  
Istituto di elettronica, Università di Perugia - Italy

**Abstract** - We present a compact-size, high-performance, single-branched Ortho-Mode Transducer (OMT), operating in the 17-18.5 GHz frequency band designed and optimized entirely at computer level. We have used an hybrid approach which employs both the mode-matching technique (generalized scattering matrix) and an integral equation approach (admittance type representations). This hybrid approach not only provide increased confidence with computed response by checking the results obtained with the two different techniques, but also allows the designer to optimize part of the structure with one technique and part with the other, thus enhancing flexibility, efficiency and reliability of the final design. The OMT has been designed, fabricated, measured and, due to its very satisfactory performance, subsequently included in a compact range in order to test the transmit and receive circuitry of satellites operating within the specified frequency band.

### Introduction

The OMT (see Fig. 1) represents a key element in the realization of dual polarization antennas, which are nowadays currently employed in order to increase the traffic capacity of a satellite by simultaneously using the two different polarizations (vertical and horizontal in our case). From the block diagram in Fig. 2 it is apparent that the OMT has a significant impact on the entire system performance: since it operates behind a circular horn, its output needs to support dual linear polarizations in a circular waveguide, whereas its two inputs are provided by the feeding rectangular waveguides.

Severe polarization requirements in OMT impose significant constraints in the choice of the final structure: a classical solution, used in order to prevent excitation of higher order modes (in particular of the TE<sub>11</sub> and TM<sub>11</sub>), consists in a balanced structure with two symmetric branches derived in the E-plane, see e.g. [1, 2]. The suppression of undesired modes, however, is obtained at the cost of a noticeable increase in size and complexity of the mechanical structure.

In the case of moderately large (about 10%) operating frequency range the simpler scheme for the OMT shown in Fig. 3 can be adopted. In this case the propagating modes are combined through a slot by deriving only a single branch (side input - TE<sub>01</sub>) from the main path (in line input - TE<sub>10</sub>). Naturally, the structure asymmetry excites higher order modes: these are suppressed by reducing the waveguide size in the region close to the coupling slot. Accordingly, unwanted modes are below cutoff for a sufficient waveguide length and cause modest degradation at the output port. This type of OMT configuration, called "taper-

0-7803-4478-2/98/\$10.00 © 1998 IEEE

branching", requires a good matching at the input and output ports by proper waveguide tapering [1, 3].

It is apparent that an effective design of this component can be accomplished only by using an efficient, fullwave, optimization procedure; to this end we have employed the hybrid approach which combines both mode-matching and admittance type techniques, as briefly discussed in the next section.

### OMT Design

From the inner view of Fig. 1 it can be seen that the chosen OMT geometry consists of a fairly large number of waveguide discontinuities. Every type of discontinuity has been individually modeled and validated by the mode matching and the admittance representation and also by experiments. In particular, the TE<sub>10</sub> and TE<sub>01</sub> merging has been represented by a T-junction in which the branched port is the coupling slot present in the main guide wall. Since the TE<sub>01</sub> branch has been orthogonally derived from the main guide, a square bend has been placed along this branch in order to make both inputs positioned on the same side. Moreover, the output transition from square to circular waveguide has also been considered and optimized. Finally, the return loss at the inputs has been improved by introducing a sufficient number of waveguide steps along the waveguide (tapering). The electromagnetic models for both approaches (mode matching and admittance representation) relative to the involved discontinuities (step, square-to-circular transition, square bend, T-junction) have been assembled in order to achieve a global code able to perform the full-wave analysis and optimization of the OMT structure with a high degree of accuracy and flexibility. By using this code, the OMT design has been entirely carried out at computer level and the final geometry has been generated as the result of several optimization cycles, first involving selected sections of the OMT, then the whole structure for final refinements.

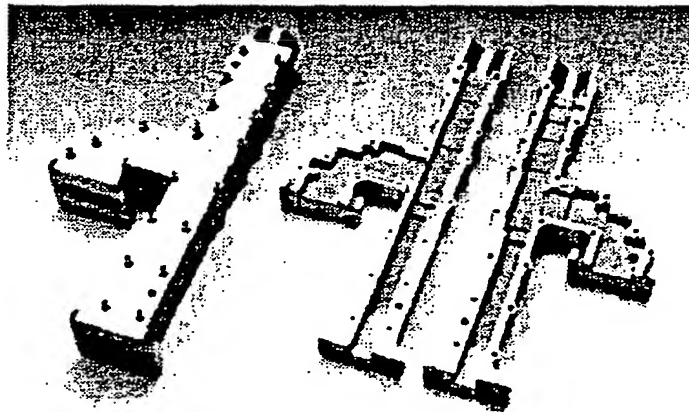


Fig.1  
OMT breadboard

### Results

The OMT body without the square-to-circular waveguide transition has been analyzed by mode-matching and by the admittance approach [4,5] and the relative results, shown in Figs 4,5 are in very close agreement; use of both codes has provided in this case an important validation tool for the designer.

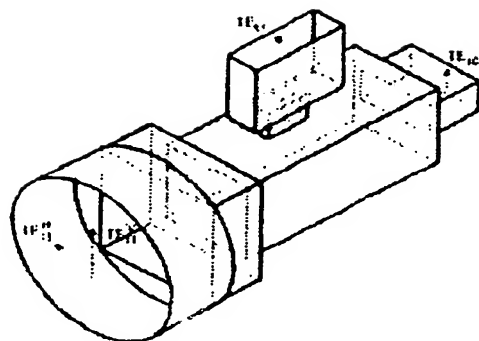


Fig.3 - OMT scheme based on a single branched structure

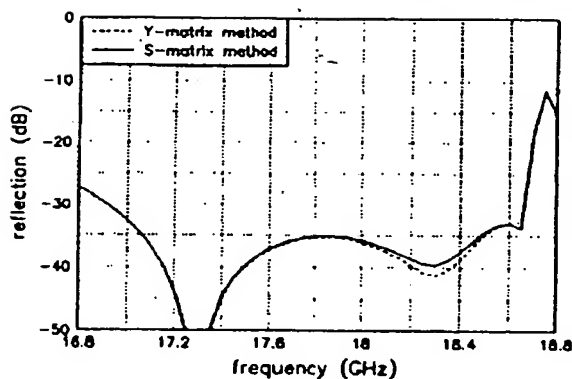


Fig.4 - Computed return loss at in-line input (the OMT doesn't include the square-to-circular output transition)

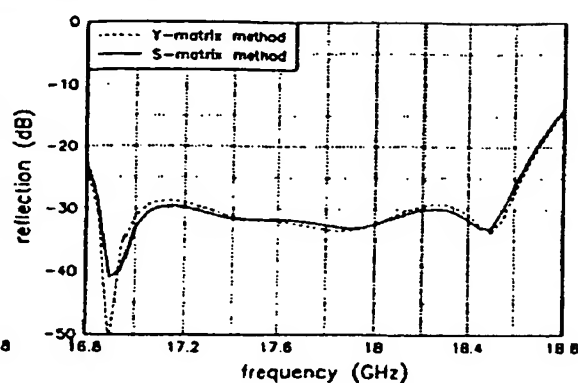


Fig.5 - Computed return loss at side input (the OMT doesn't include the square-to-circular output transition)

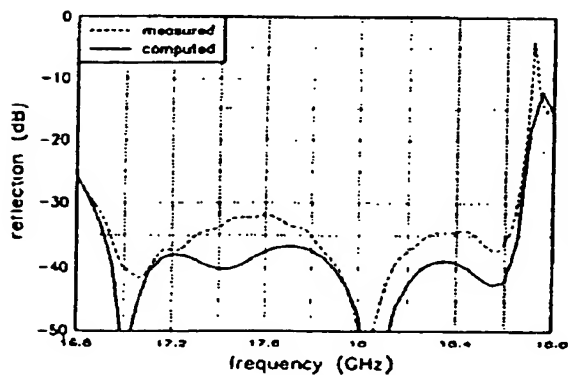


Fig.6 - Comparison between computed and measured return loss at in-line input

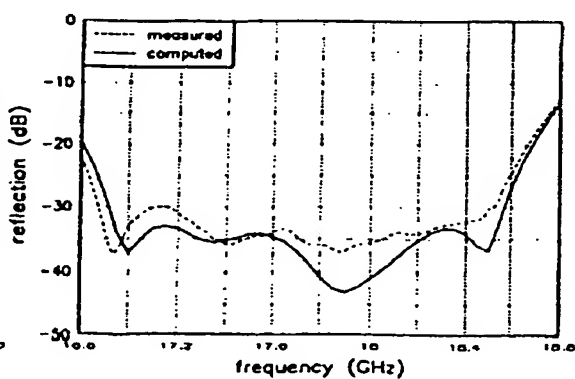


Fig.7 - Comparison between computed and measured return loss at side input



The final breadboard of the OMT is shown in Fig. 1; it operates over the 17-18.5 GHz frequency band with inputs in standard WR62 waveguide while the output takes place in a circular waveguide of 7.2 mm of radius. The OMT has been fabricated in aluminium by using numerically controlled milling and spark eroding machines in order to achieve an accuracy of  $\pm 0.01$  mm.

The measured input return loss of the entire OMT breadboard has been compared with the computed response in Figs 6, 7. The component exhibits a measured return loss lower than 30 dB over the whole operating frequency band, with a very satisfactory agreement between theory and experiment (within 3dB). The measured isolation between the input ports, not reported here for lack of space, has proven to be better than 47 dB.

### Conclusions

A hybrid computer-aided design technique has been used for Ortho-Mode Transducers. The latter technique provides an efficient and accurate analysis and optimization code which includes the electromagnetic models of all discontinuities and junctions composing the various OMT sections. The component design, entirely carried out at computer level, has demonstrated significant advantages in terms of development times, and no need of post manufacturing adjustments.

Measurements carried out at CSELT on the OMT breadboard have given very satisfactory results in terms of return loss and polarization isolation. The designed OMT is presently operating at Aerospatiale (Cannes) premises within a compact range in order to test the satellite electrical functionality in the 17-18.5 GHz frequency band.

### References

- [1] J.Uher, J.Bornemann, U.Rosemberg - Waveguide Components for Antenna Feed Systems: Theory and CAD - Artech House, 1993
- [2] G.F.Cazzatello et alii - A 38% Bandwidth Circularly Polarised Feed for Radio Astronomy Applications - JINA96, pp.494-506, Nice, France, 1996
- [3] W.Steffè - A Novel Compact OMT for Ku Band Intelsat Applications - IEEE AP-S - vol.1, pp.152-153, Newport Beach, California, 1995
- [4] A.S.Omar, K.Schunemann - Transmission Matrix Representation of Finline Discontinuities - IEEE Trans. MTT, vol.33, pp.765-770, September 1985
- [5] F.Alessandri, G.Bartolucci, R.Sorrentino - Admittance Matrix Formulation of Waveguide Discontinuity Problems: Computer-Aided Design of Branch Guide Directional Couplers - IEEE Trans. MTT, vol.36, pp.394-403, February 1988.

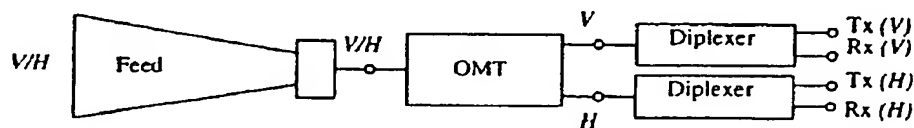


Fig.2 - OMT operation within the Tx/Rx chain

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**